

HEATSINK 3D BY CFD ANALYSIS OF COOLING SYSTEM IN A PC DESKTOP

Sukma Sulung (1), Afdhal Kurniawan (2), Agus Suandi (3)

(1-3) Mechanical Engineering, University of Bengkulu, Jl WR Supratman, Kota Bengkulu 38123, Indonesia

Email(3): suandi.agus@gmail.com

ABSTRACT

Heat sink was analyzed by using CFD to entirely model temperature distribution over VGA. It was set up on two conditions, standby and maximum load. At the standby condition the temperature on the 21st fin was 44.77oC by CFD and it is comparable to 44.20oC by direct measurement. While at the maximum load condition the temperature on the 12th fin was 61.78oC by CFD and it is comparable to 59.80oC by direct measurement. The simulation error of the analysis was 0.97% - 1.29% of the standby and 3.31% - 3.92% of the maximum load.

Key words: Computational Fluid Dynamic; Convection; Heat sink

Received: October 2019 – Accepted: December 2019 – Published: December 2019

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi semakin hari berkembang semakin pesat seperti halnya komputer. Komputer merupakan alat penunjang kebutuhan manusia agar dapat mempermudah suatu pekerjaan. Sehingga perusahaan-perusahaan harus bersaing untuk memproduksi komputer dengan keunggulan-keunggulan tersendiri, seperti desain, fitur serta ketahanannya. Pendinginan CPU ataupun VGA dibutuhkan aliran udara dapat mendinginkan prosessor yang berbentuk persegi panjang. Sehingga perlunya suatu komponen yang dinamakan heatsink, yang mana heatsink merupakan bagian terpenting pada computer untuk menjaga VGA sehingga tidak terjadi overheating. Umumnya heatsink terbuat dari material aluminium yang konduksi termal yang dihasilkan cukup baik. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa dan simulasi heatsink dengan jenis material aluminium dengan melakukan eksperimen dan simulasi CFD.

2. DASAR TEORI

2.1 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari tentang perpindahan energi yang disebabkan oleh perbedaan temperatur dari temperatur tinggi ke temperatur rendah yang berdasarkan hukum termodinamika kedua. Perpindahan panas tidak hanya mempelajari bagaimana cara proses perpindahan energi pada suatu material, tetapi bagaimana batas proses pertukaran tersebut dengan memprediksikan dengan batas kondisi tertentu [1].

Energi panas dapat dipengaruhi oleh gerakan

seperti translasi, rotasi, ataupun getaran. Benda yang panas memiliki energi kinetik yang besar dibandingkan dengan benda yang dingin. Jika kedua benda tersebut mengalami kontak maka akan terjadinya mekanisme perpindahan panas [2].

Mekanisme laju perpindahan panas dapat ditentukan berdasarkan jenisnya yang terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Konduksi
2. Konveksi
3. Radiasi

Berikut penjelasan tentang mekanisme laju perpindahan panas yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.1 Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada partikel berenergi ke partikel yang kurang energi dimana kedua partikel tersebut saling berinteraksi pada kondisi diam [3].

Perpindahan panas secara konduksi juga dapat terjadi pada liquid dan gas. Seperti contoh: saat kita memanaskan ujung besi yang ujung satunya disentuh, maka lama kelamaan ujung besi yang disentuh akan terasa panas.

Adapun persamaan untuk menentukan nilai laju perpindahan panas konduksi yaitu:

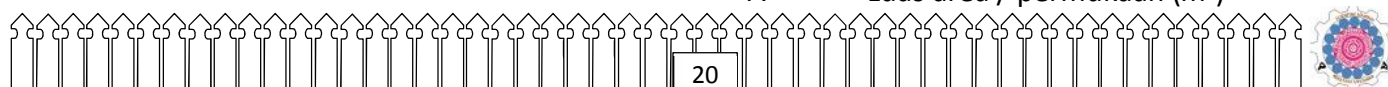
$$Q_{cond} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

Dimana

Q_{cond} = Laju perpindahan panas (W)

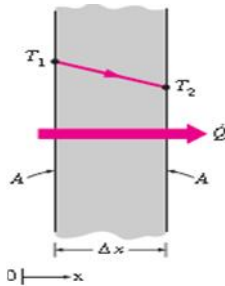
k = Konduktivitas termal (W/m.°C)

A = Luas area / permukaan (m²)





$\Delta T / \Delta x$ = Gradient suhu



G.1 Perpindahan panas konduksi [3]

2.1.2 Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada benda padat ataupun cair yang pembawa panasnya atau fluida yang cenderung bergerak [3]. Seperti perpindahan panas yang terjadi pada sebuah plat baja yang panas lalu dibiarkan di lingkungan terbuka sampai temperatur plat baja tersebut berkurang.

Adapun persamaan untuk menentukan nilai laju perpindahan panas yaitu :

$$Q_{conv} = hA(T_w - T_{\infty}) \quad (2)$$

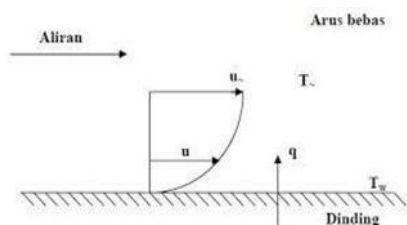
Dimana

Q_{conv} = Laju perpindahan panas konveksi (W)

h = Koefisien konveksi ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

T_w = Temperatur permukaan ($^\circ C$)

T_{∞} = Temperatur lingkungan ($^\circ C$)

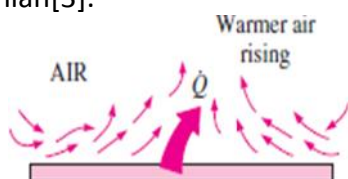


G.2 Perpindahan panas konveksi [1]

Perpindahan panas secara konveksi ada dua macam yaitu:

1. Perpindahan panas konveksi bebas

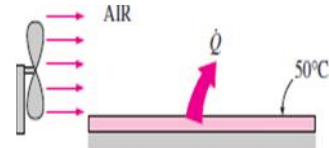
Perpindahan panas konveksi bebas yaitu perpindahan panas yang disebabkan oleh suhu lingkungan bebas yang bergerak udara lingkungan secara alamiah[3].



G.3 Perpindahan panas konveksi bebas [3]

2. Perpindahan panas konveksi paksa

Perpindahan panas konveksi bebas yaitu perpindahan panas yang disebabkan oleh dorongan sebuah alat berupa kipas[3].



G.3 Perpindahan panas konveksi paksa [3]

2.1.3 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Untuk mengenal *Computational Fluid Dynamics* (CFD) perlu diketahui bahwa terdapat 3 fundamental yaitu:

1. Massa adalah kekal
2. Hukum newton kedua, $F = m \times a$
3. Energi adalah kekal

Dari ketiga prinsip fundamental tersebut yang mana telah dinyatakan dalam persamaan matematika dasar dalam bentuk persamaan parsial diferensial, integral dan derivatif parsial dalam bentuk aljabar. CFD adalah ilmu yang mempelajari tentang dinamika fluida secara matematis dengan menggunakan persamaan integral yang diubah menjadi persamaan aljabar yang diaplikasikan kedalam komputer. Dengan program tersebut dapat mempermudah dalam menganalisa terutama fluida. CFD didasarkan pada persamaan dinamika fluida kelangsungan, momentum dan persamaan energy [4].

Pada awalnya analisa dilakukan menggunakan persamaan diferensial parsial. Untuk menyelesaikan masalah secara numerik dilakukan dengan menggunakan metode diskritisasi dengan menggunakan persamaan aljabar yang hasilnya mendekati persamaan diferensial. Sehingga hasilnya dapat di aplikasikan ke dalam komputer. Persamaan navier-stokes digunakan sebagai solusi dalam analisa fluida dengan desain yang rumit sekalipun sehingga hasil dapat disimulasikan dalam bentuk aliran fluida[5].

3. Metodologi Penelitian

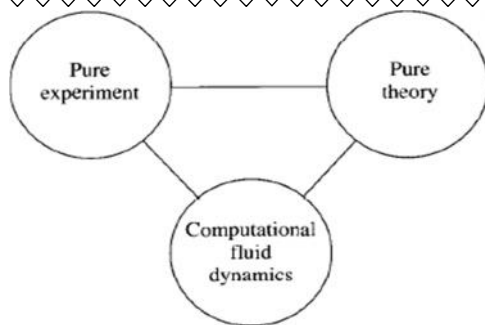
3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dirinci di **G.6**.

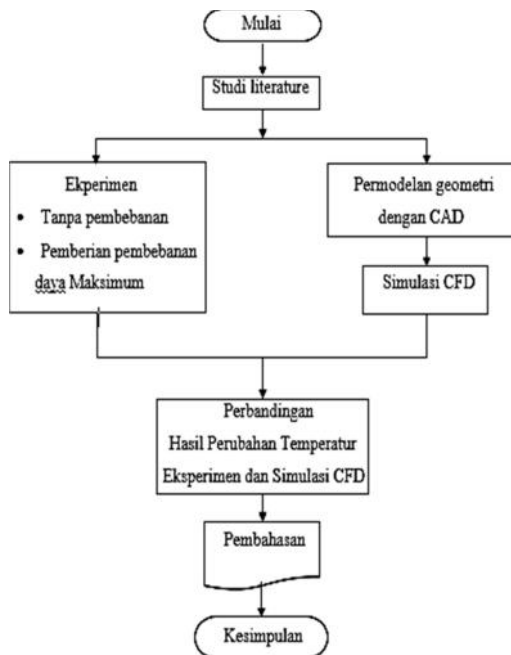
3.2 Prosedur Analisa Simulasi CFD

Prosedur analisa dengan perangkat lunak CFD diberikan pada **G.7**.



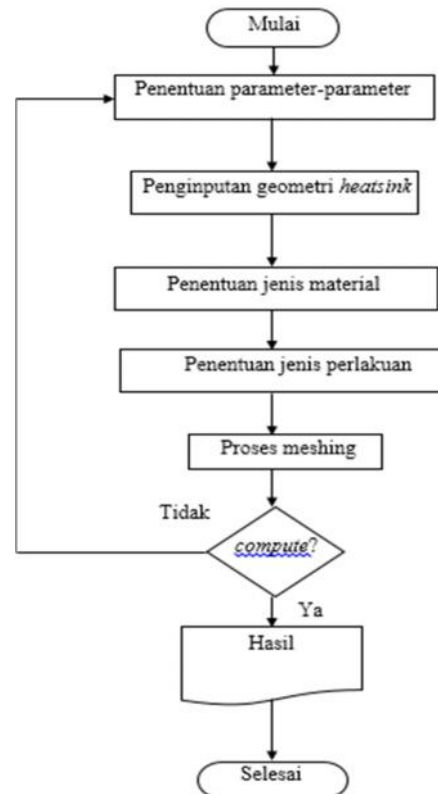


G.5 3-D Fluid Dynamics [4]



G.6 Diagram alir penelitian

keadaan *steady state* yang meliputi proses pemberian parameter-parameter, geometri *heatsink*, pemasukan data material yang digunakan, proses *meshing*.



G.7 Diagram alir simulasi

3.2.1 Spesifikasi Perlengkapan

Spesifikasi perlengkapan untuk analisa dan simulasi *heat sink* dirinci di T.1.

T.1 Spesifikasi perlengkapan

VGa	Nvidia GeForce G210 3D 512 MB
Komputer	Hp Pavilion Slimline 5289d Intel Core 2 quad
OS	Windows 7

3.2.2 Property Material

Karakteristik material di mana perpindahan panas berlangsung dirinci di T.2.

T.2 Karakteristik material

Material	Densitas (ρ)	Heat Capacity (Cp)	Konduktifitas Thermal (k)
Aluminum	2.702	903	237
Udara	1.1855	1005	0.0261

3.3 Prosedur analisa Perangkat lunak

3.3.1 Pre processing

Pada bagian ini menjelaskan langkah awal dalam menyelesaikan analisa dan simulasi dalam

3.3.2 Proses

Selanjutnya proses running program untuk menghitung hasil dari geometri yang telah di *meshing*.

3.3.3 Post processing

Dari hasil *progress* yang mencapai 100% maka akan didapat hasil simulasi berupa perubahan temperatur pada pada material.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari pengujian eksperimen pada heatsink VGA Nvidia Geforce G210 3D didapat beberapa data hasil pengukuran dengan menghasilkan temperatur dan akan dibandingkan dengan pengujian perangkat lunak CFD, hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara dua pengujian sebagai validasi. Dari pengujian eksperimen dilakukan dengan keadaan normal di mana kondisi komputer tanpa pemberian beban kerja maksimum dan pemberian beban daya maksimum dikarenakan pengujian didapatkan hasil dalam kondisi konstan. Dari hasil





eksperimen selanjutnya dilakukan pengujian dengan perangkat lunak CFD dengan parameter yang sama dengan asumsi temperatur lingkungan 27°C.

4.1 Pengujian

4.1.1 Kondisi pembebanan normal

Pada kondisi pembebanan normal di mana pengujian dilakukan tanpa pemberian beban

kerja secara maksimum pada GPU *load* rata-rata 3 % didapatkan hasil pada Temperatur GPU (T_{GPU}) sebesar 51°C Seperti pada **G.8**. Sedangkan pada temperatur sirip (T_{Fin}) diukur dengan menggunakan *thermocouple* pada sirip 1, 7, 12, 16 dan 21 dengan kecepatan angin 0,7 m/s dari pengukuran *anemometer*. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **T.3**.

T.3 Hasil pengukuran eksperimen

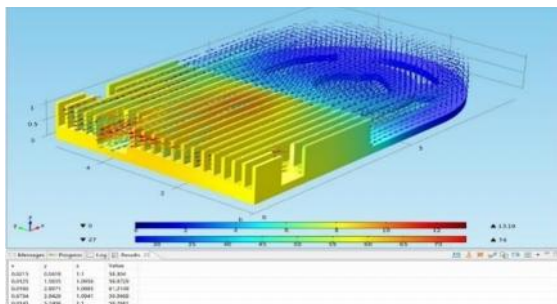
Kondisi	Kapasitas Kipas (m/s)	T-CPU (°C)	T-sirip (°C)				
			1	7	12	16	21
Normal	0.7	51	45.03	45.37	45.50	44.37	44.20
Beban Maksimum	1.5	74	57.97	59.17	59.80	57.63	56.77

4.1.2 Kondisi pembebanan maksimum

Pada kondisi dengan pembebanan di mana pengujian dilakukan dengan pemberian beban kerja secara maksimum pada GPU *load* 99% sehingga didapatkan hasil pada Temperatur GPU (T_{GPU}) sebesar 74°C rata-rata. Sedangkan pada Temperatur sirip (T_{Fin}) diukur dengan menggunakan *thermocouple* pada fin 1, 7, 12, 16 dan 21 dengan kecepatan angin 1,5 m/s dari pengukuran *anemometer*. Hasil pengukuran eksperimen yang dilakukan dapat dilihat pada **T.3** di atas.

4.1.3 Simulasi kondisi pembebanan normal

Pada kondisi pembebanan normal dengan parameter temperatur GPU 51°C dan kecepatan udara 0,7 m/s, hasil simulasi dapat dilihat pada **G.8**. Dari hasil simulasi terjadi perbedaan temperatur pada bagian sirip dimana pada sumbu koordinat x, y, z dengan hasil temperatur di tampilkan pada bagian kolom value.

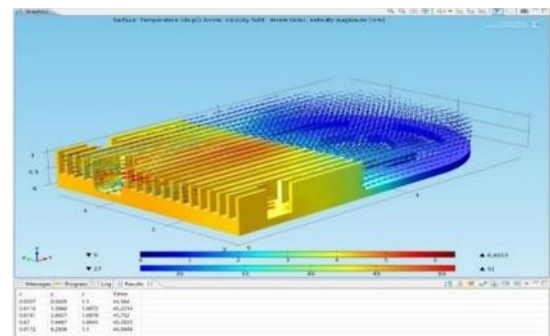


G.8 Hasil simulasi beban normal (depan)

4.1.4 Simulasi kondisi pembebanan maksimum

Dari kondisi Pembebanan maksimum dengan parameter temperatur CPU (T-CPU) 74°C dan kecepatan udara 1,5 m/s, hasil simulasi dapat dilihat pada **G.9**.

Dari hasil simulasi terjadi perbedaan temperatur pada bagian sirip dimana pada sumbu koordinat x, y, z dengan hasil temperatur di tampilkan pada bagian kolom value. Hasil kedua pengujian simulasi pada temperatur sirip (T-SiripSim) dapat dilihat pada **T.4**.



G.9 Hasil simulasi beban maksimum (depan)

Dari hasil pengujian eksperimen dan simulasi dilakukan perbandingan hasil data yang telah didapatkan pada kondisi pembebanan normal dapat dilihat pada **T.5**.

Dari hasil pengujian eksperimen dan simulasi dilakukan perbandingan hasil data yang telah didapatkan pada kondisi dengan pembebanan maksimum dapat dilihat pada **T.6**.





T.4 Hasil simulasi

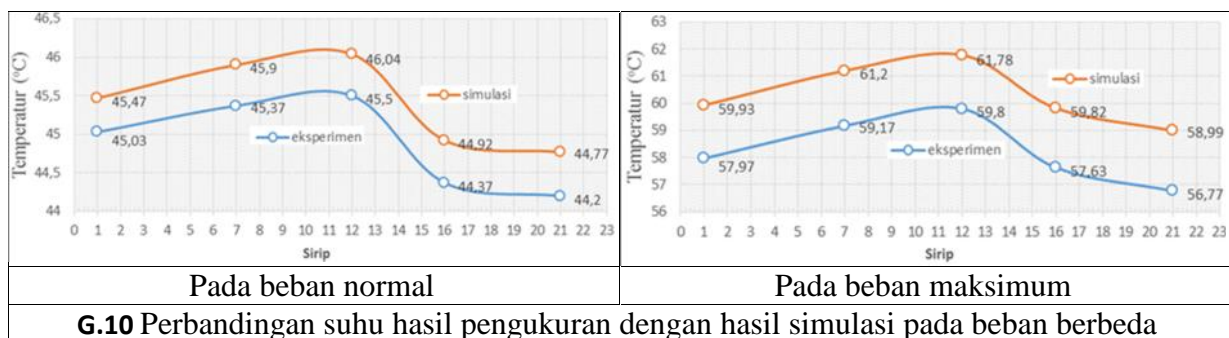
Kondisi	Kapasitas Kipas (m/s)	T-CPU (°C)	T-sirip (°C)				
			1	7	12	16	21
Normal	0.7	51	45.47	45.90	46.04	44.92	44.77
Beban Maksimum	1.5	74	59.93	61.20	61.78	59.82	58.99

T.5 Perbandingan temperatur di CPU dan sirip pada kondisi normal

Sirip	Kec Kipas (m/s)	T-CPU (°C)	T-SiripEks (°C)	T-SiripSim (°C)	Error (%)
1	0.7	51.0	45.03	45.47	0.97
7	0.7	51.0	45.37	45.90	1.18
12	0.7	51.0	45.50	46.04	1.19
16	0.7	51.0	44.37	44.92	1.25
21	0.7	51.0	44.20	44.77	1.29

T.6 Perbandingan temperatur di CPU dan sirip pada kondisi beban maksimum

Sirip	Kec Kipas (m/s)	T-CPU (°C)	T-SiripEks (°C)	T-SiripSim (°C)	Error (%)
1	1.5	74.0	57.97	59.93	3.39
7	1.5	74.0	59.17	61.20	3.44
12	1.5	74.0	59.80	61.78	3.31
16	1.5	74.0	57.63	59.82	3.79
21	1.5	74.0	56.77	58.99	3.92



4.1.5 Perbandingan Kondisi-kondisi

Perbandingan suhu pengukuran eksperimen dengan suhu hasil simulasi di sini digambarkan dalam grafik-grafik (lihat G.10).

Pada kondisi pembebanan normal dimana CPU tidak diberi pembebanan pada *heat sink* diperoleh perbedaan temperatur di setiap bagiannya dengan pada kondisi dikenai beban (maksimum). Ini ditunjukkan baik pada G.8 dan G.9 maupun pada G.11. Perbedaan warna terjadi pada setiap bagian *heat sink*.

5 Kesimpulan

Nilai temperatur terendah pada kondisi pembebanan normal terjadi pada sirip 21 dengan temperatur sebesar 44,20°C pada eksperimen dan 44,77°C pada simulasi. Sedangkan nilai temperatur tertinggi terjadi pada sirip 12 dengan

perubahan temperatur sebesar 45,50°C pada eksperimen dan 46,04°C pada simulasi. Dan nilai temperatur terendah pada pembebanan maksimum juga sama terjadi pada sirip 21 dengan temperatur 56,77°C pada eksperimen dan 58,99°C pada simulasi dan nilai temperatur tertinggi juga sama terjadi pada sirip 12 dengan perubahan temperatur sebesar 59,80 °C pada eksperimen dan 61,78 °C pada simulasi.

Dari hasil perbandingan didapat persentase error pada kondisi pembebanan normal yang terjadi berkisar 0,97%-1,29%. Sedangkan pada kondisi pembebanan maksimum nilai error yang terjadi berkisar 3,31%-3,92%.





DAFTAR PUSTAKA

- [1] Holman JP. **1994**. *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Jakarta : Erlangga.
- [2] Lee HS. **2010**. *Thermal Design*, Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Cengel YA. **2003**. *Heat Transfer: A Practical Approach*, Second Edition. McGraw-Hill, Inc.
- [4] Anderson JD. **1995**. *Computational Fluid Dynamic*, New York: McGraw-Hill, Inc.
- [5] Ferziger JH, Peric M. **2012**. *computational methods of fluid dynamics*, 3rd Edition, New York: Springer.
- [6] Kreith, Frank. **2000**. *Hand Book Of Thermal Engineering*, Boca Raton: CRC press LLL.
- [7] Mohan R. **2010**. *Thermal Analysis Of CPU With Composite Fin Heatsink*, International Journal of Engineering Science and Technology. v 2(9).
- [8] Channa MA. **2014**. *Thermal Analysis Of CPU With Variable Baseplate Heatsink Using CFD*, International Journal Of Research In Engineering And Technology, v 03, Special Issue:

====o0o====

